Learning to Rank(LTR)

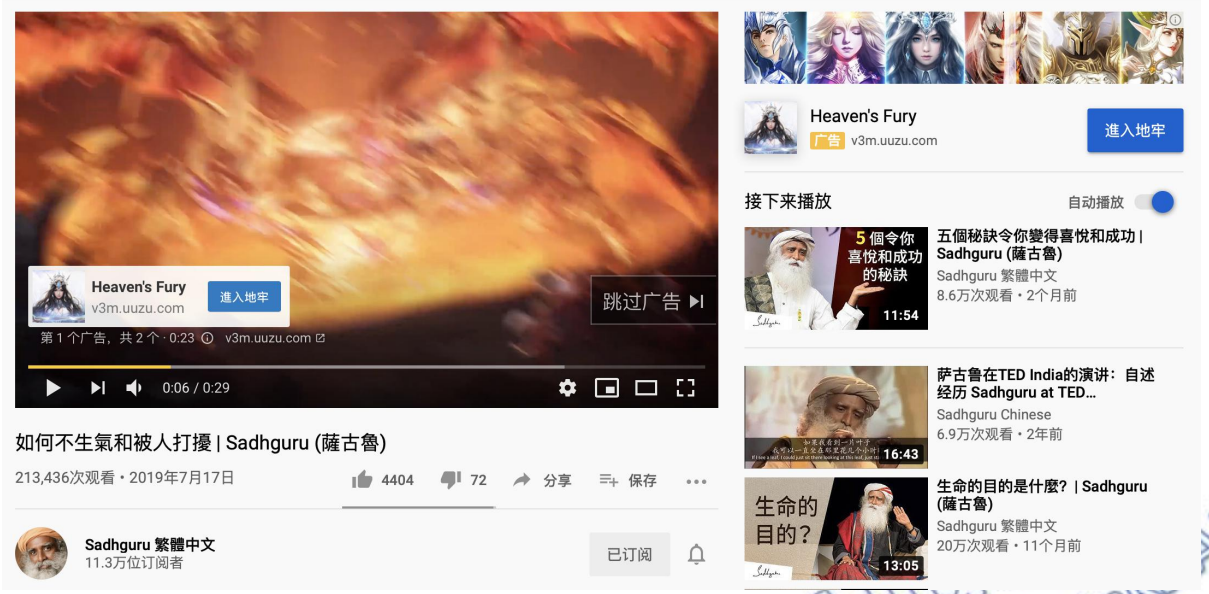
汇报人：扣扣

大纲

- 评估指标：PR、MAP，NDCG
- Point-wise Approach
- Pair-wise Approach
- List-wise Approach

贪心科技 GREEDY TECHNOLOGY
京东智联云 & AI
NeuHe AI Li

LTR应用



➢搜索列表、推荐列表、广告展示...

贪心科技 | 让每个人享受个性化教育服务

LTR

- LTR（列表排序）的目标是对多个条目进行排序，这就意味着它的目标值是有结构的。
- 结构化目标与单值回归、单值分类相比：
  - 评价指标
  - 训练算法

京东智联云 & 贪心科技 GREEDY TECHNOLOGY
NeuHub AI Links All

列表评价指标

任务：搜索关键词返回文章列表。

如何评价返回文章列表的结果？

- 文章与关键词之间的相关度越高，排序就应该越靠前。
- 当列表中某些文章没有排在正确的位置时候，如何打分？

例:

正确排序：1、2、3、4、5

如何评估“2，1，3，4，5”和“1，2，5，4，3”这两个列表的优劣？

NeuHub AI Links All

列表评价指标：Precision and Recall(P-R)

$$\text{precision} = \frac{|\{\text{relevant documents}\} \cap \{\text{retrieved documents}\}|}{|\{\text{retrieved documents}\}|} \qquad \text{recall} = \frac{|\{\text{relevant documents}\} \cap \{\text{retrieved documents}\}|}{|\{\text{relevant documents}\}|}$$

例：对于某个请求关键词，有200篇文章实际相关。

结果：某排序算法找到100相关篇文章，而其中真正相关的文章只有80篇。

precision准确率：80/100=0.8

recall召回率：80/200=0.4

NeuHub AI Links All

列表评价指标：Precision and Recall(P-R)

$$\text{precision} = \frac{|\{\text{relevant documents}\} \cap \{\text{retrieved documents}\}|}{|\{\text{retrieved documents}\}|} \qquad \text{recall} = \frac{|\{\text{relevant documents}\} \cap \{\text{retrieved documents}\}|}{|\{\text{relevant documents}\}|}$$

- 文章只能被分为相关和不相关两档。
- 没有排序（位置）信息。

NeuHub
AI Links All

列表评价指标：MAP

- MAP(Mean Average Precision)：平均准确率是相关文档检索出后的准确率的平均值。
- 反映系统在全部相关文档的性能单值指标，检索出来的相关文档越靠前(rank 越高)，MAP就可能越高。

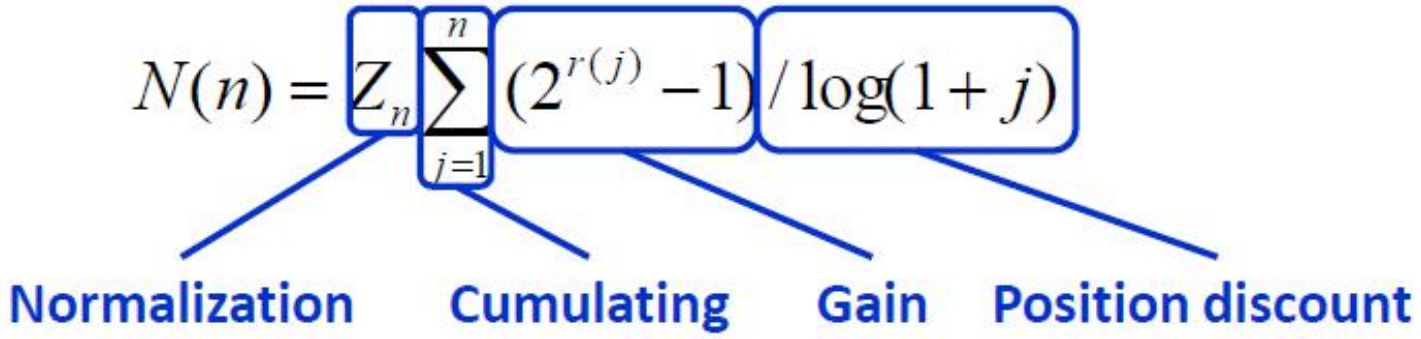
例：某关键词有4个相关网页（rank：1，2，3，4），其预测到的rank分别为1, 2, 4, 7

平均准确率：(1/1+2/2+3/4+4/7)/4=0.83

NeuHub AI Links All

列表评价指标：NDCG

- NDCG全称为Normalized Discounted Cumulative Gain
- 文档相关性对整个列表评价指标的贡献随着位置的增加而对数衰减，位置越靠后，衰减越严重。
- 对于排在位置n处的文档计算公式如下：



NeuHub
AI Links All

列表评价指标：NDCG

Relevance Rating	Value(Gain)
Perfect	$15 = 2^4 - 1$
Excellent	$7 = 2^3 - 1$
Good	$3 = 2^2 - 1$
Fair	$1 = 2^1 - 1$
Bad	$0 = 2^0 - 1$

相关性定级

Neur AI Links All

列表评价指标：NDCG

Id	URL	Gain	Cumulative Gain
1	perfect http://abc.go.com/	15	15
2	good http://www.abcteach.com/	3	18=15+3
3	excellent http://abcnews.go.com/section/scitech/	7	25=15+3+7
4	excellent http://www.abc.net.au/	7	32=15+3+7+7
5	excellent http://abcnews.go.com/	7	39=15+3+7+7+7
6	...	...	...

现针对某一query，返回左列的Ranked List(URL)
当假设用户的选择与排序结果无关，即每一级都等概率被选中，生成的累计增益值如右列

列表评价指标：NDCG

Id	URL	Gain	Discounted Cumulative Gain
1	perfect http://abc.go.com/	15	15
2	good http://www.abcteach.com/	3	16.89=15+3*log(2)/log(1+2)
3	excellent http://abcnews.go.com/section/scitech/	7	20.39=16.89+7*log(2)/log(1+3)
4	excellent http://www.abc.net.au/	7	23.4=20.39+7*log(2)/log(1+5)
5	excellent http://abcnews.go.com/	7	26.13=23.4+7*log(2)/log(1+5)
6	...	...	...

而现实中，用户往往会优先点击排序考前的搜索结果
引入一个折算因子，log(2)/log(1+rank)，越是前面的结果靠谱与否对最终的评分影响越大

列表评价指标：NDCG

Id	URL	Gain	Max DCG
1	http://abc.go.com/	15	15
2	http://abcnews.go.com/section/scitech/	7	19.41=15+7*log(2)/log(1+2)
3	http://www.abc.net.au/	7	22.91=19.41+7*log(2)/log(1+3)
4	http://abcnews.go.com/	7	25.92=22.91+7*log(2)/log(1+4)
5	http://www.abcteach.com/	3	27.09=25.92+3*log(2)/log(1+5)
6	...	...	...

理想返回结果List的DCG值（用于归一化）

列表评价指标：NDCG

Id	URL	Gain	DCG	Max DCG	NDCG
1	http://abc.go.com/	15	15	15	1=15/15
2	http://www.abcteach.com/	3	16.89	19.41	0.87=16.89/19.41
3	http://abcnews.go.com/section/scitech/	7	20.39	22.91	0.89=20.39/22.91
4	http://www.abc.net.au/	7	23.4	25.92	0.9=23.4/25.92
5	http://abcnews.go.com/	7	26.13	27.09	0.96=26.13/27.09
6	...	...	...		

归一化

大纲

- Point-wise Approach
- Pair-wise Approach
- List-wise Approach

贪心科技 GREEDY TECHNOLOGY
京东智联云 &
NeuHub AI Links All

Point-wise Approach

- Point-wise （单文档方法）的处理对象是单独的一篇文档，将文档转换为特征向量后，机器学习系统根据从训练数据中学习到的分类或者回归函数对文档打分。
- 分类问题，比如可以分为五类{perfect，excellect，good，fair，bad}，用5，4，3，2，1代表对应的类别。
- 回归问题，可以用文档和query的相关度得分作为样本来训练模型。

NeuHub
AI Links All

Point-wise Approach

- 输入： query以及每个文档的特征向量
- 输出： 每个文档的分类结果或者相似度结果
- 损失函数：交叉熵或者 mse

NeuHub
AI Links All

Point-wise Approach

- 优点:
  - ➢速度快，标注简单，复杂度低
- 缺点:
  - ➢效果一般
  - ➢没有直接考虑到文档之间的相对关系
  - ➢在排序中，排在最前的几个文档对排序效果的影响非常重要，Pointwise没有考虑这方面的影响

NeuHub AI Links All

PairWise Approach

- 确定文档之间的先后相对顺序关系：文档对方法在核心在于对文档关系是否合理进行判断。
- 例：对于查询Q进行人工标注

➢Doc2

➢Doc3

➢Doc1

- 相对关系:
- Doc2>Doc1、Doc2>Doc3、Doc3>Doc1
- Doc1<Doc2、Doc3<Doc2、Doc1<Doc3
- 排序问题->任意两个文档关系的判断(分类问题)

NeuHub AI Links All

PairWise Approach

- Pairwise算法的目标是减少逆序对的数量。
- 真正的位置信息缺失：损失函数使用两文档之间的顺序信息，和真正衡量排序效果的指标之间存在差异。
- 样本不平衡：不同的查询，其相关文档数量差异很大，转换为文档对之后，有的查询可能有几百对文档（样本多），有的可能只有几十个（样本少），模型会倾向于文档对数量多的查询。

NeuHub AI Links All

Listwise Approach

- 直接针对评价指标对文档的排序结果进行优化。
- 输入： query和整个文档列表的特征
- 输出： 所有文档的打分或者排列顺序
- 损失函数： 评价指标如 NDCG、MAP
- Listwise算法往往效果最好，但是需要根据每个query对所有文档进行标注。

NeuHub AI Links All

参考

LTR

http://www.cs.utexas.edu/sites/default/files/legacy_files/research/documents/ranking_tutorial.pdf

LambdaMART

https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/from-ranknet-to-lambdarank-to-lambdamart-an-overview/

深入浅出排序学习：写给程序员的算法系统开发实践

https://tech.meituan.com/2018/12/20/head-in-l2r.html

京东智联云 & 贪心科技

NeuHub AI Links All